

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. Februar 2003 (27.02.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/017385 A1(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01L 33/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/02047

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Juni 2002 (05.06.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 39 723.2 13. August 2001 (13.08.2001) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS
GMBH [DE/DE]; Wernerwerkstrasse 2, 93049 Regens-
burg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BAUR, Johannes
[DE/DE]; Am Haslach 9, 93180 Deuerling (DE). EISERT,
Dominik [DE/DE]; Agricolaweg 11, 93049 Regensburg
(DE). HÄRLE, Volker [DE/DE]; Eichenstrasse 35, 93164
Waldetzenberg (DE).(74) Anwalt: EPPING, HERMANN & FISCHER; Rüdler-
strasse 55, 80339 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).

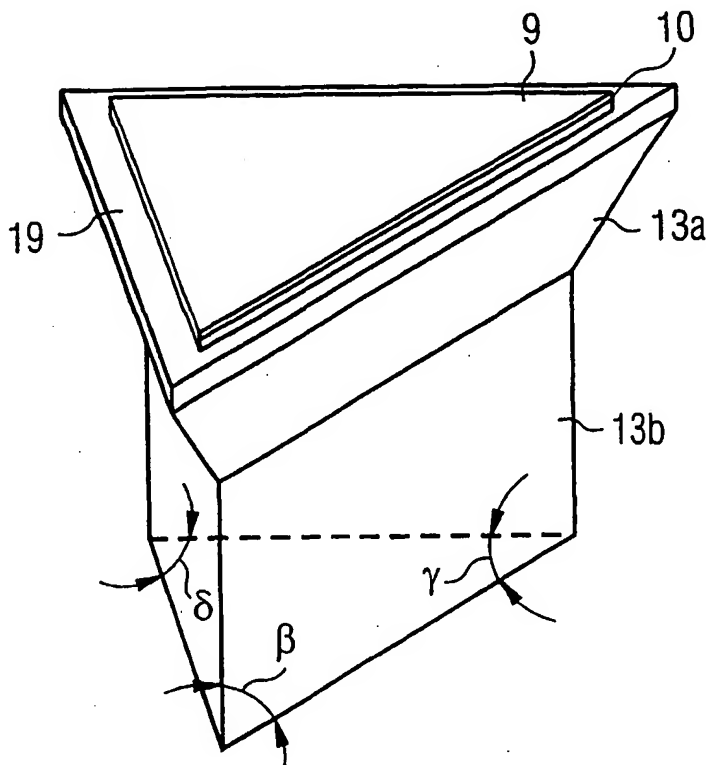
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: RADIATION-EMITTING CHIP AND RADIATION-EMITTING COMPONENT

(54) Bezeichnung: STRALUNGSEMITTIERENDER CHIP UND STRALUNGSEMITTIERENDES BAUELEMENT



(57) Abstract: The invention relates to a radiation-emitting chip (2) with a radiation-transparent window (5), having a refractive index n_F and a primary surface (19). Said chip has also a multilayer structure (9), including a radiation-active layer (10) and adjacent to the primary surface (19) of the window (5), as well as a radiation-transparent medium, having the refractive index n_0 and surrounding the window (5). According to the invention, said window (5) has at least two boundary surfaces (6, 7), which enclose an angle β , for which the inequation $90^\circ - \alpha_1 < \beta < 2 \alpha_1$ with $\alpha_1 = \arcsin(n_0/n_F)$ is satisfied. The invention relates also to a radiation-emitting component, including such a chip (2).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt einen strahlungsemitierenden Chip (2) mit einem strahlungsdurchlässigen Fenster (5), das einen Brechungsindex n_F besitzt und eine Hauptfläche (19) aufweist, einer Mehrschichtstruktur (9), die eine strahlungsaktive Schicht (10) enthält und an die Hauptfläche (19) des Fensters (5) angrenzt und einem das Fenster (5) umgebenden, strahlungsdurchlässigen Medium mit dem Brechungsindex n_0 , wobei das Fenster (5) mindestens zwei Begrenzungsflächen (6, 7) aufweist, die einen Winkel β einschliessen,

für den die Ungleichung $90^\circ - \alpha_1 < \beta < 2 \alpha_1$ mit $\alpha_1 = \arcsin(n_0/n_F)$ erfüllt ist. Weiterhin beschreibt die Erfindung ein strahlungsemitierendes Bauelement, das einen derartigen Chip (2) enthält.

BEST AVAILABLE COPY

WO 03/017385 A1



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Strahlungsemittierender Chip und strahlungsemittierendes Bauelement

5

Die Erfindung betrifft einen strahlungsemittierenden Chip nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und ein strahlungsemittierendes Bauelement nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 19.

10

Ein strahlungsemittierender Chip der genannten Art weist in der Regel eine Mehrschichtstruktur mit einer aktiven strahlungserzeugenden Schicht auf, die auf ein Substrat aufgebracht ist. Die Strahlungsauskopplung erfolgt zumindest teilweise durch das Substrat hindurch, wobei das Substrat für die erzeugte Strahlung transparent ist.

15

Die Strahlungsausbeute wird bei dieser Anordnung durch Totalreflexion an der Substratoberfläche oftmals stark

20

eingeschränkt. Diese Problematik tritt besonders bei Substraten mit einem hohen Brechungsindex, beispielsweise einem SiC-Substrat, und einem dementsprechend kleinen Totalreflexionswinkel auf.

25

In besonderem Maße ist dies bei einem Substrat mit einem quadratischen oder rechteckigen Querschnitt der Fall, bei dem mehrfache, aufeinanderfolgende Totalreflexionen die Strahlungsausbeute begrenzen. Dies ist beispielhaft in Figur 8 dargestellt. Gezeigt ist hier ein Schnitt durch ein strahlungsdurchlässiges Substrat 20. Trifft ein in der Schnittebene propagierender Strahlungsanteil 1 auf eine Grenzfläche des Substrats 20 auf, so wird er zumindest teilweise ausgekoppelt, wenn der Einfallswinkel θ_1 kleiner als der Totalreflexionswinkel α_t ist. Einfallswinkel und Totalreflexionswinkel beziehen sich hier und im folgenden auf die Grenzflächen-

30

normale.

35

Ist der Einfallswinkel θ_1 wie dargestellt größer als der Totalreflexionswinkel α_t , so wird der betreffende Strahlungsanteil 1 totalreflektiert. Durch den Totalreflexionswinkel α_t ist somit ein sogenannter Auskopplungskegel 3, im Schnitt
5 dargestellt durch die gestrichelten Begrenzungen 4a, 4b, festgelegt, dessen Öffnungswinkel $2\alpha_t$ beträgt. Trifft der betreffende Strahlungsanteil 1 so auf die Grenzfläche, daß er innerhalb des Auskopplungskegels 3 liegt, so wird er zumindest teilweise ausgekoppelt, andernfalls totalreflektiert.

10

Im dargestellten Beispiel weist das Substrat 20 einen quadratischen Querschnitt auf. Der Strahlungsanteil 1 trifft fortlaufend außerhalb des Auskopplungskegels 3 auf die Grenzflächen des Substrats 20. Der Strahlungsanteil 1 läuft daher unter mehrfacher Totalreflexion zyklisch im Substrat 20 um und
15 wird schließlich absorbiert, ohne vorher ausgekoppelt zu werden.

20

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen strahlungsemitierenden Chip mit verbesserter Strahlungsauskopplung zu schaffen. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, ein strahlungsemitierendes Bauelement mit verbesserter Strahlungsausbeute anzugeben.

25

Diese Aufgabe wird durch einen Chip gemäß Patentanspruch 1 bzw. ein Bauelement gemäß Patentanspruch 19 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

30

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, einen strahlungsemitierenden Chip mit einem strahlungsdurchlässigen, einen Brechungsindex n_F und eine Hauptfläche aufweisenden Fenster und einer Mehrschichtstruktur, die eine strahlungserzeugende aktive Schicht umfaßt und an der Hauptfläche des Fensters angeordnet ist, zu
35 bilden, wobei das Fenster von einem Medium mit einem Brechungsindex n_0 , der kleiner als der Brechungsindex des Fensters n_F ist, umgeben ist und mindestens zwei Begrenzungsflä-

chen aufweist, die einen Winkel β einschließen, für den die Doppelungleichung

$$90^\circ - \alpha_t < \beta < 2 \alpha_t$$

5

erfüllt ist. Diese Ungleichung wird im folgenden als Auskoppelbedingung bezeichnet. α_t bezeichnet hierbei den Totalreflexionswinkel für die Grenzfläche zwischen Fenster und umgebenden Medium und ist gegeben durch

10

$$\alpha_t = \arcsin (n_0/n_F).$$

Diese Formgebung des Fensters besitzt den Vorteil, daß Strahlungsanteile, die an einer der beiden den Winkel β einschließenden Begrenzungsflächen totalreflektiert werden, an der entsprechenden anderen Begrenzungsfläche ausgekoppelt werden. Fortlaufende, mehrfache Totalreflexionen werden so reduziert und die Strahlungsausbeute verbessert.

20 Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist das Fenster Auskoppelstrukturen auf, die zumindest teilweise von Flächen begrenzt werden, die den genannten Winkel β einschließen. Solche Auskoppelstrukturen können beispielsweise durch eine Mehrzahl an das Fenster angefügte oder aus dem Fenster geformte Prismen oder Pyramiden sein, deren Seitenflächen so angeordnet sind, daß zumindest jeweils zwei Seitenflächen einen die Auskoppelbedingung erfüllenden Winkel einschließen.

30 Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die der Hauptfläche des Fensters gegenüberliegende Seite als Montagefläche des Chips vorgesehen. Dabei können beispielsweise die Seitenflächen des Fensters einen die Auskoppelbedingung erfüllenden Winkel β einschließen. Unter Seitenflächen sind dabei insbesondere die Fensterflanken, d.h. die von der Hauptfläche zur gegenüberliegenden Seite des Fensters verlaufenden Begrenzungsflächen des Fensters zu verstehen.

Besonders bevorzugt sind bei dieser Ausführungsform Fenster mit einem zu der Hauptfläche parallelen Querschnitt, im folgenden als lateraler Querschnitt bezeichnet, der die Form eines Dreiecks mit den Innenwinkeln β , γ , und δ besitzt, wobei
5 zumindest einer dieser Winkel die oben genannte Auskoppelbedingung erfüllt.

Die Strahlungsausbeute wird vorteilhafterweise weiter erhöht, wenn zwei oder sogar alle drei Innenwinkel die Auskoppelbedingung erfüllen. Besonders bevorzugt sind daher Fenster mit
10 einem lateralen dreieckigen Querschnitt mit Innenwinkeln β , γ und δ , für die gilt

$$\begin{aligned} 90^\circ - \alpha_t &< \beta < 2 \alpha_t, \\ 90^\circ - \alpha_t &< \gamma < 2 \alpha_t, \\ 90^\circ - \alpha_t &< \delta < 2 \alpha_t. \end{aligned}$$

15

Bei einem solchen Querschnitt ist für Strahlungsanteile, die in der Querschnittsebene propagieren, gewährleistet, daß jeder Strahlungsanteil nach maximal einer Totalreflexion beim Auftreffen auf die nächste Grenzfläche des Fensters zumindest
20 teilweise ausgekoppelt wird.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung betrifft die Anwendung der Auskoppelbedingung auf Fenster, die eine relativ zur Mehrschichtstruktur schräg oder konkav verlaufende oder gestufte Seitenfläche aufweisen, so daß sich das Fenster von der Mehrschichtstruktur aus gesehen mit wachsendem Abstand zur Mehrschichtstruktur verjüngt. Durch die schräge Anordnung der Seitenfläche zur Mehrschichtstruktur wird der Einfallswinkel für innerhalb der aktiven Schicht erzeugte Strahlung relativ zu der betreffenden Seitenfläche verringert und so die Auskopplung weiter erhöht.
30

Besonders bevorzugt ist hierbei eine Formgebung, bei der das Fenster eine relativ zur Mehrschichtstruktur schräg oder konkav verlaufende oder gestufte Seitenfläche aufweist, der von
35

der Mehrschichtstruktur aus gesehen eine senkrecht zur Mehrschichtstruktur verlaufende Seitenfläche nachgeordnet ist und sich insbesondere an erstere anschließt.

- 5 Die senkrecht zur Mehrschichtstruktur angeordnete Seitenfläche erleichtert dabei die Herstellung und Montage des Fensters, während die schräge Seitenfläche vor allem die Strahlungsausbeute erhöht. Weitergehend können dazu Seitenflächen der Fensters, insbesondere schräg zur Mehrschichtstruktur angeordnete Seitenflächen, aufgerauht sein.
- 10

Als Montagefläche des Chips kann bei dieser Formgebung die der Hauptfläche gegenüberliegende, vorzugsweise zur Hauptfläche parallele Seite des Fensters dienen, mit der der strahlungsemitierende Chip in ein entsprechendes Gehäuse eingelötet oder eingeklebt sein kann.

15

Bevorzugt schließen bei dieser Form zwei Seitenflächen des Fenstersockels einen Winkel ein, der die Auskoppelbedingung erfüllt. Unter dem Fenstersockel ist dabei der Bereich des Fensters zu verstehen, der durch die senkrecht zur Mehrschichtstruktur angeordneten Seitenflächen begrenzt wird. Besonders bevorzugt ist hierbei wiederum eine Formgebung, bei der der Fenstersockel einen lateralen Querschnitt in Form eines Dreiecks aufweist, wobei mindestens ein Dreiecksinnenwinkel die Auskoppelbedingung erfüllt. Allgemein ist für den Fenstersockel eine Prismenform vorteilhaft, bei der möglichst viele Innenwinkel die Auskoppelbedingung erfüllen.

20

25

30 Vorzugsweise ist bei der Erfindung die Mehrschichtstruktur epitaktisch hergestellt und das Fenster aus einem zur Epitaxie verwendeten Substrat gefertigt. Damit wird vorteilhaft der zur Herstellung des Chips erforderliche Aufwand gering gehalten, da das Fenster zugleich als Epitaxiesubstrat dient.

35

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Materialien für das Fenster und die Mehrschichtstruktur, ins-

besondere die darin enthaltene aktive Schicht, so gewählt, daß der Brechungsindex des Fensters größer ist als der Brechungsindex der Mehrschichtstruktur bzw. der darin enthaltenen aktiven Schicht. Der Übergang von der Mehrschichtstruktur in das Fenster stellt dann einen Übergang in ein optisch dichter Medium dar, so daß an der Grenzfläche zwischen Mehrschichtstruktur und Fenster keine Totalreflexion der innerhalb der Mehrschichtstruktur erzeugten Strahlung auftritt.

- 10 Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung betrifft strahlungsemitierende Halbleiterchips auf GaN-Basis. Bei diesen Halbleiterchips enthält die Mehrschichtstruktur, insbesondere die aktive Schicht, GaN, AlGaIn, InGaIn oder InAlGaIn. Die aktive Schicht kann dabei auch als Schichtenfolge, beispielsweise in Form einer Quantentopf-Struktur, ausgeführt sein. Derartige Mehrschichtstrukturen werden in der Regel epitaktisch hergestellt, wobei sich als Epitaxie-substrat insbesondere SiC-Substrate oder Saphirsubstrate eignen.

20

- Das Fenster wird vorzugsweise aus den verwendeten Epitaxie-substraten gefertigt. Zur Erfüllung der Auskoppelbedingungen ist bei einem SiC-Substrat mit einem Brechungsindex von etwa 2,7 eine teilweise Umhüllung im Bereich der den Winkel β einschließenden Begrenzungsflächen mit einem Brechungsindex n_0 größer 1,35 erforderlich, da die Auskoppelbedingung nur für ein Brechungsindexverhältnis $n_F/n_0 < 2$ erfüllbar ist. Dies wird im folgenden noch genauer erläutert.

- 30 Als Umhüllung können insbesondere Reaktionsharze, beispielsweise Epoxidharze, Acrylharze, Silikonharze oder eine Mischung dieser Harze dienen. Hierbei zeichnen sich Epoxidharze durch eine hohe Transparenz und Silikonharze durch eine besonders gute Strahlungsbeständigkeit, insbesondere im blaugrünen, blauen und ultravioletten Spektralbereich, aus.

35

Weitere Merkmale, Vorzüge und Zweckmäßigkeiten der Erfindung werden nachfolgend anhand von acht Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren 1 bis 7 erläutert.

5 Es zeigen:

Figur 1a und 1b eine schematische Schnittdarstellung und eine Aufsicht eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Bauelements,

10

Figur 2a und 2b jeweils eine schematische Teilschnittdarstellung eines ersten und eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsemitierenden Chips,

15

Figur 3 eine schematische Schnittdarstellung eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsemitierenden Chips,

20

Figur 4 eine schematische perspektivische Darstellung eines vierten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsemitierenden Chips,

25

Figur 5a und 5b eine schematische perspektivische Darstellung und eine Schnittdarstellung eines fünften Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsemitierenden Chips,

30

Figur 6a und 6b eine schematische Schnittdarstellung und eine perspektivische Darstellung eines sechsten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsemitierenden Chips,

35

Figur 7 eine schematische Darstellung des Auskoppelgrades eines siebten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsemitierenden Chips im Vergleich zu

einem strahlungsemittierenden Chip nach dem Stand der Technik und

Figur 8 eine schematische Schnittdarstellung
5 eines strahlungsemittierenden Chips nach dem Stand der Technik.

Gleiche oder gleichwirkende Elemente sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

10

Das in Figur 1a im Schnitt und 1b in der Aufsicht dargestellte Bauelement umfaßt einen strahlungsemittierenden Chip 2, der in einer Ausnehmung 23 eines Gehäusegrundkörpers 24 angeordnet ist. Die Seitenwände der Ausnehmung sind ange-
15 schrägt und dienen als Reflektor für die von dem Chip 2 erzeugte Strahlung.

Der strahlungsemittierende Chip 2 weist ein Fenster 5 mit einer Hauptfläche 19 auf, auf der eine Mehrschichtstruktur 9
20 angeordnet ist. Die Schnittebene der in Figur 1a gezeigten Ansicht steht senkrecht auf der Hauptfläche 19.

Innerhalb der Mehrschichtstruktur 9 ist eine strahlungserzeugende aktive Schicht 10 ausgebildet. Auf der von dem Fenster
25 5 abgewandten Seite ist die Mehrschichtstruktur 9 mit einer oberen Kontaktfläche 21, das Fenster auf der der Hauptfläche 19 gegenüberliegenden Seite mit einer unteren Kontaktfläche 22 versehen.

30 In den Gehäusegrundkörper ist ein Leiterrahmen 25 eingebettet, wobei Leiterrahmenanschlüsse 26a, 26b seitlich aus dem Gehäusegrundkörper 24 herausgeführt sind. Der Chip 2 ist mit der unteren Kontaktfläche 22 auf einen Chipanschlußbereich des Leiterrahmens 25 montiert. Der Chip 2 kann beispielsweise
35 aufgelötet oder mittels eines elektrisch leitfähigen Haftmittels aufgeklebt sein. Von der oberen Kontaktfläche 21 aus ist

eine Drahtverbindung 27 zu einem Drahtanschlußbereich des Leiterraumens geführt.

Die Ausnehmung 23 in dem Gehäusegrundkörper ist mit einer stahlungsdurchlässigen, den Chip 2 umhüllenden Formmasse 28 gefüllt. Dies kann beispielsweise ein Verguß auf der Basis eines Reaktionsharzes sein. Hierfür eignen sich insbesondere Epoxidharze, Acrylharze, Silikonharze oder Mischungen dieser Harze.

10

Weiterhin kann die den Chip 2 umhüllende Formmasse 28 Leuchtstoffe enthalten, die einen Teil der von dem Chip erzeugten Strahlung in Strahlung anderer Wellenlänge umwandelt. Die von dem Bauelement erzeugte Strahlung kann beispielsweise aufgrund additiver Farbmischung den optischen Eindruck mischfarbigen oder insbesondere weißen Lichts hervorrufen. Geeignete Leuchtstoffe sind zum Beispiel Leuchtstoffe mit der allgemeinen Formel $A_3B_5X_{12}:M$, wobei $A_3B_5X_{12}$ einen Wirtskristall und M ein darin eingebautes Leuchtzentrum, vorzugsweise ein Atom oder Ion aus der Gruppe der Seltenen Erden wie beispielsweise Ce, bezeichnet. Als effiziente Leuchtstoffe haben sich die Verbindungen YAG:Ce ($Y_3Al_5O_{12}:Ce$), TAG:Ce ($Tb_3Al_5O_{12}:Ce$), TbYAG:Ce ($(Tb_xY_{1-x})_3Al_5O_{12}:Ce$, $0 \leq x \leq 1$), GdYAG:Ce ($(Gd_xY_{1-x})_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$, $0 \leq x \leq 1$) und GdTbYAG:Ce ($(Gd_xTb_yY_{1-x-y})_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$, $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$) sowie hierauf basierende Gemische erwiesen. Dabei kann Al zumindest teilweise durch Ga oder In ersetzt sein.

Das Fenster 5 des Chips 2 kann beispielsweise aus einem SiC-Substrat gefertigt sein, auf dem die Mehrschichtstruktur 9 in Form einer GaN-basierenden Halbleiterschichtenfolge aufgewachsen ist.

Der Chip 2 weist einen lateralen Querschnitt in Form eines Dreiecks auf. Dabei schließen zwei Seitenflächen 6, 7 des Fensters einen Innenwinkel β des Dreiecks ein, der die Auskoppelbedingung erfüllt.

Die Auskoppelbedingung wird im folgenden anhand der Figuren 2a und 2b genauer erläutert. Figur 2a und 2b zeigen jeweils eine Teilschnittansicht eines Fensters 5 eines erfindungsge-
mäßigen strahlungsemittierenden Chips. Das Fenster 5 weist eine
5 erste Begrenzungsfläche 6 und eine zweite Begrenzungsfläche 7
auf, die auf der Schnittebene senkrecht stehen und einen Winkel β einschließen, der die Auskoppelbedingung erfüllt. Da-
durch ist gewährleistet, daß - ohne Beschränkung der Allge-
meinheit - nach einer Totalreflexion an der ersten Begren-
10 zungsfläche 6 die Strahlung an der zweiten Begrenzungsfläche
7 zumindest teilweise ausgekoppelt wird bzw. nicht ein zwei-
tes Mal totalreflektiert wird.

Man betrachtet dazu in Figur 2a den Strahl 1, der unter einem
15 Einfallswinkel θ_1 auf die erste Begrenzungsfläche 6 trifft,
dort totalreflektiert wird und nachfolgend unter einem Winkel
 θ_2 auf die Begrenzungsfläche 7 einfällt. Damit der Strahl 1
an der zweiten Begrenzungsfläche nicht ein zweites Mal total-
reflektiert wird, muß der Einfallswinkel θ_2 kleiner als der
20 Totalreflexionswinkel α_t sein bzw. der Strahl innerhalb des
Auskopplungskegels 3 auftreffen.

Der Winkel β ist also einerseits so groß zu wählen, daß, wie
in Figur 2a dargestellt, der Strahl 1 bezüglich der in Figur
25 2a rechtsseitigen Berandung 4b innerhalb Auskopplungskegels 3
auf die Grenzfläche 7 auftrifft, wobei gilt

$$\theta_2 < \alpha_t \quad (1)$$

30 Andererseits ist β so klein zu wählen, daß, wie in Figur 2b
dargestellt, der Strahl 1 auch bezüglich der in Figur 2b
linksseitigen Berandung 4a des Auskopplungskegels 3 auf die
Grenzfläche auftrifft, wobei wiederum gilt

$$35 \quad \theta_2 < \alpha_t \quad (2)$$

11

Im ersten, in Figur 2a dargestellten Fall ergibt sich für den Zusammenhang von β , θ_1 und θ_2

$$\theta_2 = \theta_1 - \beta, \quad (3)$$

5

so daß aus (1) folgt

$$\beta > \theta_1 - \alpha_t \quad (4)$$

10 Da der Strahl 1 an der Begrenzungsfläche 6 total reflektiert wird, liegt θ_1 zwischen 90° und α_t . Die Bedingung (4) ist somit für alle möglichen Winkel θ_1 erfüllt, wenn gilt

$$\beta > 90^\circ - \alpha_t \quad (5)$$

15

Für den in Figur 2b dargestellten zweiten Fall gilt zwischen θ_1 , θ_2 und β der Zusammenhang

$$\theta_2 = \beta - \theta_1 \quad (6)$$

20

Aus (2) folgt damit

$$\beta < \alpha_t + \theta_2 \quad (7)$$

25 Wiederum liegt aufgrund der ersten Totalreflexion an der Grenzfläche 6 der Winkel θ_1 zwischen α_t und 90° , so daß (7) für alle möglichen Winkel θ_1 erfüllt ist, wenn gilt

$$\beta < 2\alpha_t \quad (8)$$

30

Aus der Kombination der durch (5) gegebenen Untergrenze für β und der durch (8) gegebenen Obergrenze für β folgt die Auskoppelbedingung

$$90^\circ - \alpha < \beta < 2\alpha_t \quad (9)$$

35

Der Totalreflexionswinkel α_t ist hierbei für ein Fenster 5 mit dem Brechungsindex n_F und ein angrenzendes Medium mit einem bezüglich n_F kleineren Brechungsindex n_0 gegeben durch

5
$$\alpha_t = \arcsin (n_0/n_F). \quad (10)$$

Um die Auskoppelbedingung zu erfüllen, muß α_t größer als 30° sein. Ansonsten wäre die Untergrenze für β größer als 60° und die Obergrenze für β kleiner als 60° , so daß die beiden Ungleichungen der Auskoppelbedingung durch keinen Wert für β gleichzeitig erfüllt sind.

Demnach muß das Brechungsindexverhältnis n_0/n_F Gleichung (10) zufolge größer als 0,5 sein. Dem entspricht, daß der Brechungsindex n_F des Fensters maximal doppelt so groß sein darf wie der Brechungsindex des angrenzenden Mediums n_0 . Andernfalls ist die Auskoppelbedingung nicht erfüllbar.

Für hochbrechende Materialien wie beispielsweise SiC mit einem Brechungsindex von etwa $n_0=2,7$ kann dies durch ein den strahlungsemittierenden Chip umgebendes Medium in Form einer entsprechenden Umhüllung, beispielsweise einer Vergußmasse mit einem Brechungsindex $n_0 > 1,35$, erreicht werden. Zum Beispiel beträgt für eine Vergußmasse mit einem typischen Brechungsindex von $n_0 = 1,5$ der Totalreflexionswinkel α_t etwa 34° . Aus der Auskoppelbedingung (9) ergibt sich damit für β ein Bereich

$$56^\circ < \beta < 68^\circ.$$

30

In Figur 3 ist der laterale Querschnitt einer besonders vorteilhaften Fensterform eines erfindungsgemäßen Chips dargestellt.

35 Der Querschnitt weist die Form eines Dreieckes auf, wobei für alle drei Innenwinkel β , γ und δ die Auskoppelbedingung erfüllt ist. Für das oben genannte Beispiel eines SiC-Fensters

mit einem Brechungsindex $n_F=2,7$ und einem Verguß mit einem Brechungsindex $n_0=1,5$ wäre dies insbesondere auch für ein gleichseitiges Dreieck ($\beta = \gamma = \delta = 60^\circ$) der Fall. Mit großem Vorteil wird jeder innerhalb der Querschnittsebene verlaufende Strahl entweder direkt nach dem Auftreffen auf eine
5 Seitenfläche ausgekoppelt, vgl. Strahlen 1a, 1b, 1c, oder maximal einmal totalreflektiert, vgl. Strahlen 1d, 1e, 1f. Ein fortgesetzter Umlauf unter mehrfacher Totalreflexion, wie er beispielsweise in Figur 8 dargestellt ist, kann nicht auftreten.
10

In Figur 4 ist perspektivisch ein Fenster 5 eines weiteren Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsemit-
15 tierenden Chips dargestellt. Im Unterschied zu dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel weist der laterale Querschnitt eine quadratische Einhüllende 16 auf. Umfangsseitig ist das Fenster mit einer gezackten Auskoppelstruktur 17 versehen, deren äußere Kanten von je zwei Flächen 6, 7 gebildet
20 werden, die einen die Auskoppelbedingung erfüllenden Winkel β einschließen. Bei der Herstellung eines solchen Fensters kann vorteilhafterweise ein herkömmliches Fenster mit quadratischem Querschnitt verwendet werden, das durch Abtragung der entsprechenden Bereiche, beispielsweise durch Einsägen oder Ätzen, mit der gezeigten zackenförmigen Auskoppelstruktur 17
25 versehen wird.

In Figur 5a ist perspektivisch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen strahlungsemitierenden Chips dargestellt. Auf ein Fenster 5 ist hier eine Mehrschicht-
30 struktur 9 mit einer strahlungsaktiven Schicht 10 aufgebracht, so daß die Mehrschichtstruktur 9 an eine Hauptfläche 19 des Fensters 5 grenzt. Parallel zu dieser Hauptfläche weist das Fenster einen quadratischen lateralen Querschnitt auf und ist auf der der Hauptfläche gegenüberliegenden Seite
35 mit einer Auskoppelstruktur 17 versehen, die sich aus einer Mehrzahl von Pyramiden zusammen setzt. Der Winkel β zwischen

zwei einander gegenüberliegenden Pyramidenseitenflächen ist dabei so gewählt, daß er die Auskoppelbedingung erfüllt.

Die dem Fenster 5 abgewandte Seite der Mehrschichtstruktur 9 ist mit einer Kontaktfläche 22 versehen, über die im Betrieb der Betriebsstrom in die strahlungsaktive Schicht eingeprägt wird. Die Kontaktfläche 22 dient zugleich als Montageseite des Chips. Beispielsweise kann der Chip wie bereits beschrieben mit dieser Kontaktfläche auf einer Chipmontagefläche eines geeigneten Gehäuses befestigt werden. Eine weitere Kontaktfläche (nicht dargestellt) kann zum Beispiel an den Seitenflächen des Fensters angebracht sein, sofern das Fenster elektisch leitfähig ist.

In Figur 5b ist im Schnitt eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels dargestellt. Hier sind auf der dem Fenster 5 abgewandten Seite der Mehrschichtstruktur 9 zwei Kontaktflächen 22 und 23 angeordnet. Ein Teil der Mehrschichtstruktur 9 einschließlich der aktiven Schicht 10 ist abgetragen und eine der beiden Kontaktflächen 23 auf dem an der Stelle der Abtragung verbleibenden Teil der Mehrschichtstruktur 9 angeordnet. Die andere Kontaktfläche 22 ist wie bei dem in Figur 5a gezeigten Chip auf der dem Fenster 5 gegenüberliegenden Hauptfläche der Mehrschichtstruktur 9 aufgebracht.

Bei dieser Anordnung ist der zwischen Fenster 5 und aktiver Schicht 10 liegende Bereich der Mehrschichtstruktur 9 mit der Kontaktfläche 23 verbunden, so daß ein über die Kontaktflächen 22 und 23 eingeprägter Betriebsstrom durch die aktive Schicht 10 fließt.

Vorteilhafterweise kann bei diesem Ausführungsbeispiel wie auch bei dem vorigen Ausführungsbeispiel bei der Herstellung des Fensters von einer herkömmlichen, würfelartigen oder quaderförmigen Fensterstruktur ausgegangen werden, so daß bestehende Herstellungsverfahren und -vorrichtungen teilweise weiter verwendet werden können. Die Auskoppelpyramiden können

beispielsweise durch Ätzen oder Einsägen hergestellt werden. Im letzten Fall wird dazu ein V-förmiges Formsägeblatt verwendet und das Fenster auf der der Mehrschichtstruktur 9 gegenüberliegenden Seite entlang der zueinander orthogalen Sägelinien 11a und 11b mehrfach parallel eingesägt.

In Figur 6a ist eine schematische Schnittdarstellung, in Figur 6b eine zugehörige perspektivische Darstellung eines besonders bevorzugten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen strahlungsemittierenden Chips dargestellt. Der Chip weist wie das zuvor beschriebene Ausführungsbeispiel eine strahlungsaktive Schicht 10 umfassende Mehrschichtstruktur 9 auf, die an eine Hauptfläche 19 eines Fensters 5 grenzt. Die Schnittebene der in Figur 6a gezeigten Schnittdarstellung steht senkrecht auf der Mehrschichtstruktur bzw. der Hauptfläche des Fensters 5.

Im Unterschied zu den vorigen Ausführungsbeispielen weist das Fenster schräg zur Mehrschichtstruktur 9 verlaufende Seitenflächen 13a auf, die jeweils in senkrecht zur Mehrschichtstruktur angeordnete Seitenflächen 13b übergehen. Eine solche Fensterform kann beispielsweise durch Einsägen des Fensters 5 von der der Mehrschichtstruktur 9 abgewandeten Seite her mit einem geeigneten Formsägeblatt hergestellt werden.

25

Durch die Schrägstellung der Seitenflächen 13a wird für die dort auftreffende Strahlung 1a der Einfallswinkel verringert und entsprechend der Anteil der ausgekoppelten Strahlung erhöht.

30

Hingegen werden Strahlungsanteile 1b, die auf die senkrecht zur Mehrschichtstruktur angeordneten Seitenflächen 13b, also im Bereich des Fenstersockel, auftreffen, leichter total reflektiert, so daß die Strahlungsauskopplung im Bereich des Fenstersockels geringer ist als in dem Bereich der schräggestellten Fensterseitenflächen 13a.

35

- Hierbei ist es vorteilhaft, den Fenstersockel so zu formen, daß zumindest zwei seiner Begrenzungsflächen, vorzugsweise zwei Seitenflächen, einen Winkel β einschließen, der die Auskoppelbedingung erfüllt. Besonders vorteilhaft ist hierbei
- 5 ein Fenstersockel in Form eines Dreiecksprismas, vgl. Figur 6b, wobei vorzugsweise zwei oder sogar alle drei Innenwinkel β , γ , und δ des lateralen dreieckigen Querschnitts des Fenstersockels die Auskoppelbedingung erfüllen.
- 10 Zwar wird bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel durch die Auskoppelbedingung nicht in jedem Fall sichergestellt, daß nur maximal eine Totalreflexion auftritt, da die Strahlung nicht ausschließlich parallel zur Hauptebene des Fensters bzw. der Mehrschichtstruktur 9 propagiert, vgl. Strahl 1b.
- 15 Dennoch wird für einen Teil dieser Strahlung eine fortlaufende, die Auskopplung behindernde Totalreflexion unterbunden und der Auskoppelgrad insgesamt erhöht.

- Dies wird durch die in Figur 7 dargestellte Grafik belegt.
- 20 Dargestellt ist der theoretisch berechnete Auskopplungsgrad k , d.h., die ausgekoppelte Strahlung bezogen auf die insgesamt erzeugte Strahlung für einen Figur 6a entsprechenden Chip mit verschiedenen Kantenlängen d . Die Linie 14 bzw. die zugehörigen Meßpunkte geben den Auskopplungsgrad für ein Fenster mit quadratischem Querschnitt, die Linie 15 und die zugehörigen Meßpunkte den Auskopplungsgrad für ein der Erfindung entsprechendes Fenster mit einem Querschnitt in Form eines gleichseitigen Dreiecks an. Der Auskoppelgrad wurde mittels eines Raytracing-Programms für ein SiC-Substrat und eine
- 25 Umhüllung mit dem Brechungsindex $n_F=2,7$ bzw. $n_0=1,55$ ermittelt. Für diese Brechungsindizes liegt ein Winkel von 60° in dem von der Auskoppelbedingung festgelegten Winkelbereich, so daß alle drei Innenwinkel eines gleichseitigen Dreiecks die Auskoppelbedingung erfüllen.

35

Eine Steigerung des Auskopplungsgrades bei der Erfindung wird für den gesamten dargestellten Kantenlängenbereich erreicht

und beträgt teilweise über 25% (bezogen auf den Auskopplungsgrad des Fensters mit quadratischem Querschnitt). Somit wird mit der Erfindung auch für eine Figur 6a entsprechende Fensterform eine deutliche Verbesserung der Strahlungsauskopplung erzielt.

5

Die Erläuterung der Erfindung anhand der gezeigten Ausführungsbeispiele stellt selbstverständlich keine Beschränkung der Erfindung hierauf dar.

Patentansprüche

1. Strahlungsemittierender Chip (2) mit einem strahlungsdurchlässigen Fenster (5), das einen Brechungsindex n_F besitzt und eine Hauptfläche (19) aufweist, und
5 einer Mehrschichtstruktur (9), die eine strahlungserzeugende aktive Schicht (10) enthält und an der Hauptfläche (19) des Fensters (5) angeordnet ist,
wobei das Fenster (5) von einem strahlungsdurchlässigen Medium mit einem Brechungsindex n_0 , der kleiner ist als der Brechungsindex n_F Fensters, umgeben ist,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das Fenster (5) zu dem strahlungsdurchlässigen Medium hin mindestens von zwei Flächen (6,7) begrenzt wird, die einen
15 Winkel β einschließen, für den die Beziehung

$$90^\circ - \alpha_t < \beta < 2 \alpha_t$$

erfüllt ist, wobei α_t gegeben ist durch

20

$$\alpha_t = \arcsin (n_0/n_F).$$

2. Strahlungsemittierender Chip (2) nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
25 die zwei Flächen (6,7) Seitenflächen des Fensters (5) sind.
3. Strahlungsemittierender Chip (2) nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
das Fenster (5) parallel zu der Hauptfläche (19) einen dreieckigen Querschnitt mit den Innenwinkeln β , γ und δ aufweist.
30
4. Strahlungsemittierender Chip (2) nach Anspruch 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
für γ die Beziehung

35

$$90^\circ - \alpha_t < \gamma < 2 \alpha_t$$

erfüllt ist.

5. Strahlungsemittierender Chip (2) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
5 für δ die Beziehung

$$90^\circ - \alpha_t < \delta < 2 \alpha_t$$

erfüllt ist.

10

6. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche
1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Fenster (5) mindestens eine Seitenfläche (13a) aufweist,
15 die relativ zur Mehrschichtstruktur (9) derart schräg oder
gekrümmt verläuft oder gestuft ist, daß sich das Fenster (5)
von der Mehrschichtstruktur (9) aus gesehen verjüngt.

7. Strahlungsemittierender Chip (2) nach Anspruch 6,
20 dadurch gekennzeichnet, daß
das Fenster eine senkrecht zur Mehrschichtstruktur (9) ange-
ordnete Seitenfläche (13b) aufweist, die von der Mehrschicht-
struktur aus gesehen der schräg oder gekrümmt verlaufenden
oder gestuft gebildeten Seitenfläche (13a) nachgeordnet ist
25 und sich insbesondere an diese anschließt.

8. Strahlungsemittierender Chip (2) nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, daß
zumindest die schräg oder konkav verlaufende oder gestufte
30 Seitenfläche (13a) aufgeraut ist.

9. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche
1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß
35 die Mehrschichtstruktur (9) epitaktisch hergestellt ist und
das Fenster (5) aus einem zur Epitaxie verwendeten Substrat
gefertigt ist.

20

10. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet, daß
der Brechungsindex n_F des Fensters größer als der Brechungs-
index der Mehrschichtstruktur (9), insbesondere der
5 aktiven Schicht (10) ist.

11. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

10 dadurch gekennzeichnet, daß
die der Mehrschichtstruktur (9) gegenüberliegende Seite des
Fensters (5) eine Montageseite des Chips (2) ist.

12. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche 15 6 bis 11,

dadurch gekennzeichnet, daß
das Fenster (5) im Bereich der senkrecht zur Mehrschicht-
struktur (9) verlaufenden Seitenfläche (13b) die Form eines
Prismas aufweist.

20

13. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 12,

dadurch gekennzeichnet, daß
die Mehrschichtstruktur aus Halbleiterschichten gebildet ist.

25

14. Strahlungsemittierender Chip (2) nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Mehrschichtstruktur (9) mindestens eine der Verbindungen
GaN, AlGaN, InGaN oder AlInGaN enthält.

30

15. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 14,

dadurch gekennzeichnet, daß
das Fenster (5) SiC enthält.

35

16. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 14,

21

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
das Fenster (5) Saphir enthält.

17. Strahlungsemittierender Chip (2) nach einem der Ansprüche
5 1 bis 16,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
das das Fenster (5) umgebende Medium ein Reaktionsharz ist.

18. Strahlungsemittierender Chip (2) nach Anspruch 17,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
das Reaktionsharz ein Epoxidharz, ein Silikonharz, ein Acryl-
harz oder eine Mischung dieser Harze enthält.

19. Strahlungsemittierendes Bauelement,
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
es einen strahlungsemittierenden Chip (2) nach einem der An-
sprüche 1 bis 18 enthält.

20. Strahlungsemittierendes Bauelement nach Anspruch 19,
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
es einen Gehäusegrundkörper (24) aufweist, auf den der strah-
lungsemittierende Chip (2) montiert ist.

21. Strahlungsemittierendes Bauelement nach Anspruch 20,
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
in dem Gehäusegrundkörper (24) eine Ausnehmung (23) gebildet
ist, in der der strahlungsemittierende Chip (2) angeordnet
ist.

30 22. Strahlungsemittierendes Bauelement nach einem der Ansprü-
che 19 bis 21,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Ausnehmung mit dem den Chip (2) bzw. das Fenster (5)
umgebenden Medium gefüllt ist.

35

23. Strahlungsemittierendes Bauelement nach Anspruch 22,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

die Ausnehmung mit einem Reaktionsharz gefüllt ist.

24. Strahlungsemittierendes Bauelement nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet, daß
5 das Reaktionsharz ein Epoxidharz, ein Silikonharz, ein Acryl-
harz oder eine Mischung dieser Harze enthält.

1/6

FIG 1a

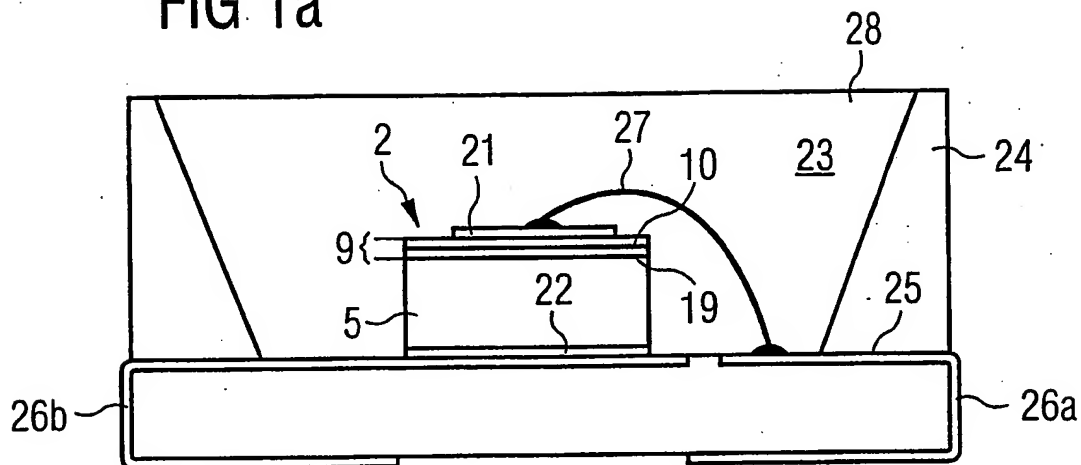


FIG 1b

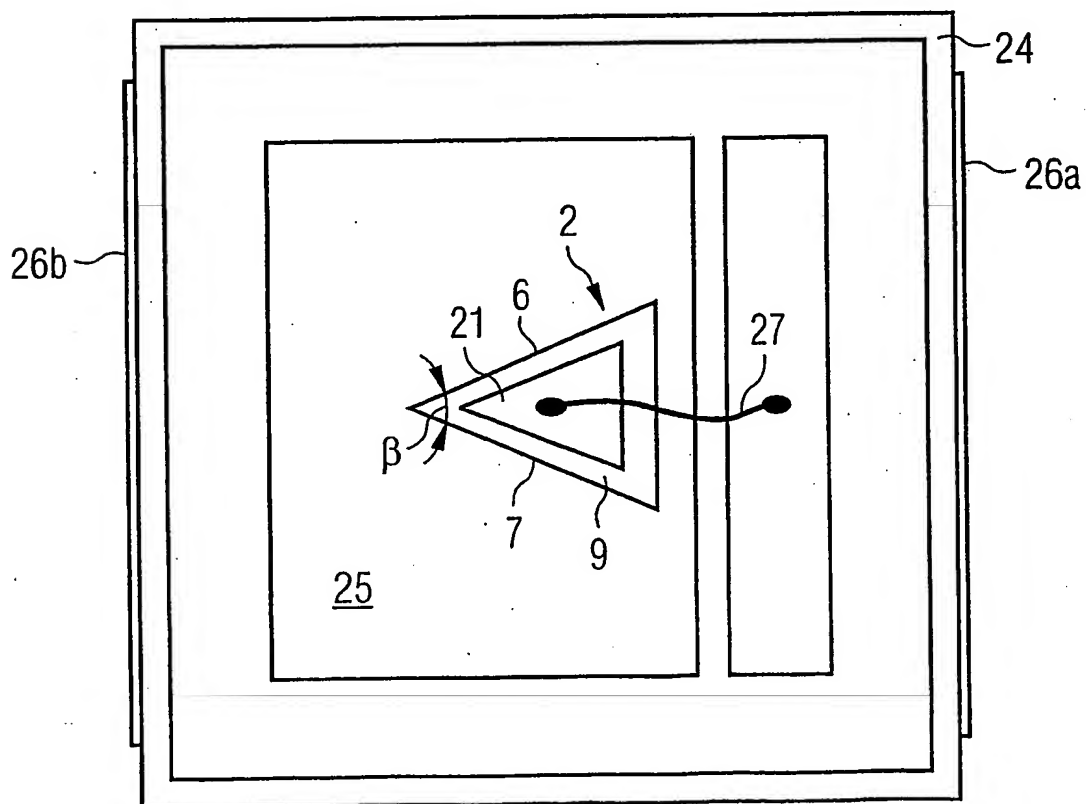


FIG 2a

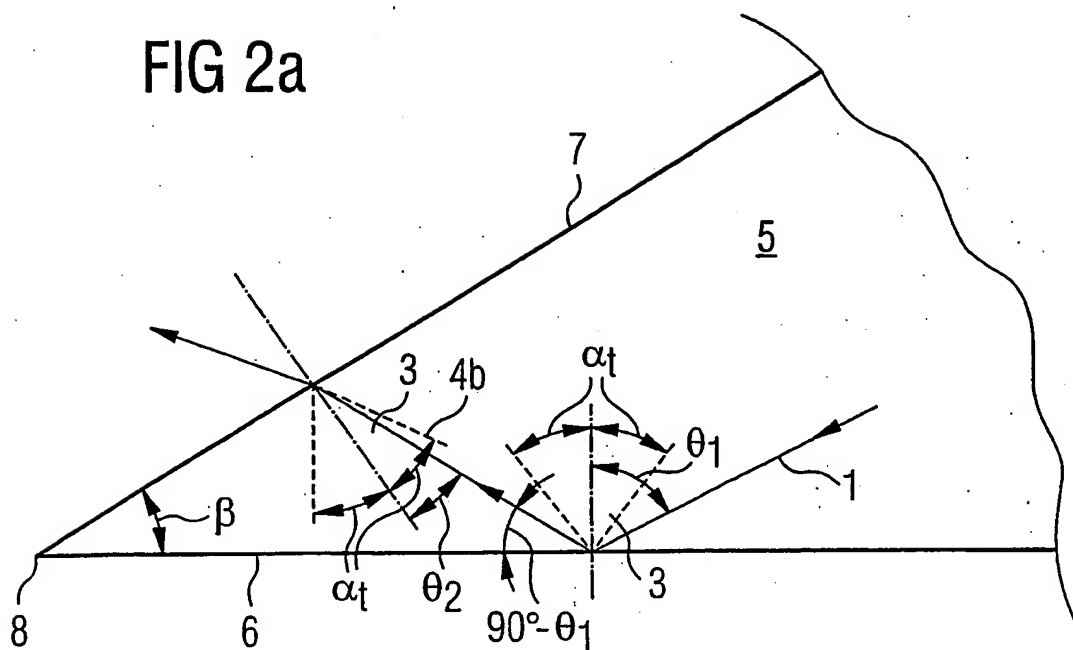
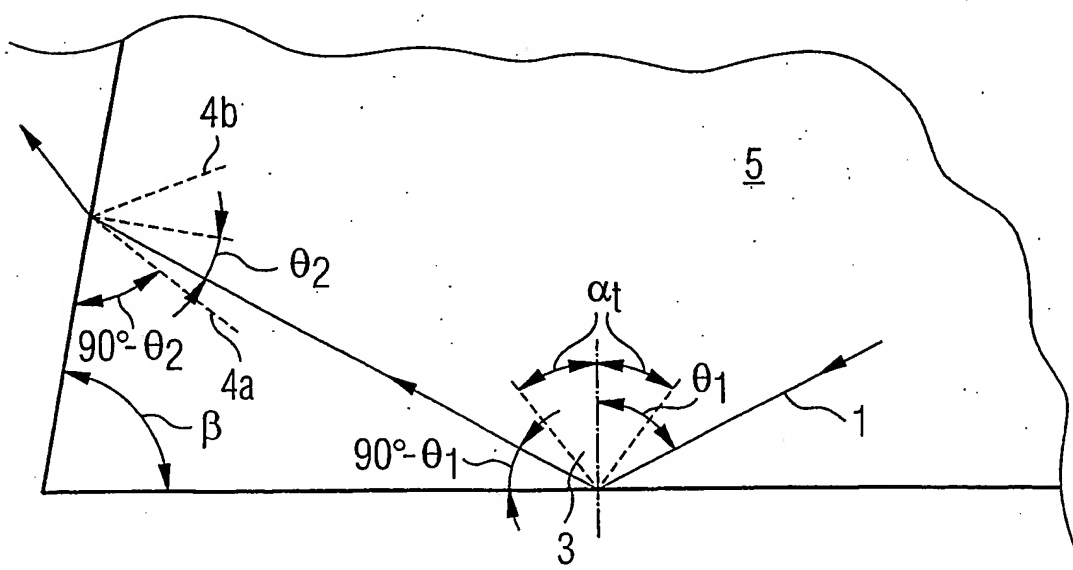


FIG 2b



3/6

FIG 3

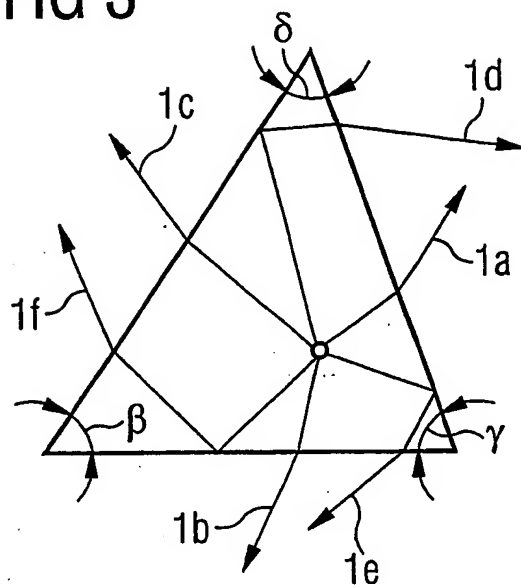
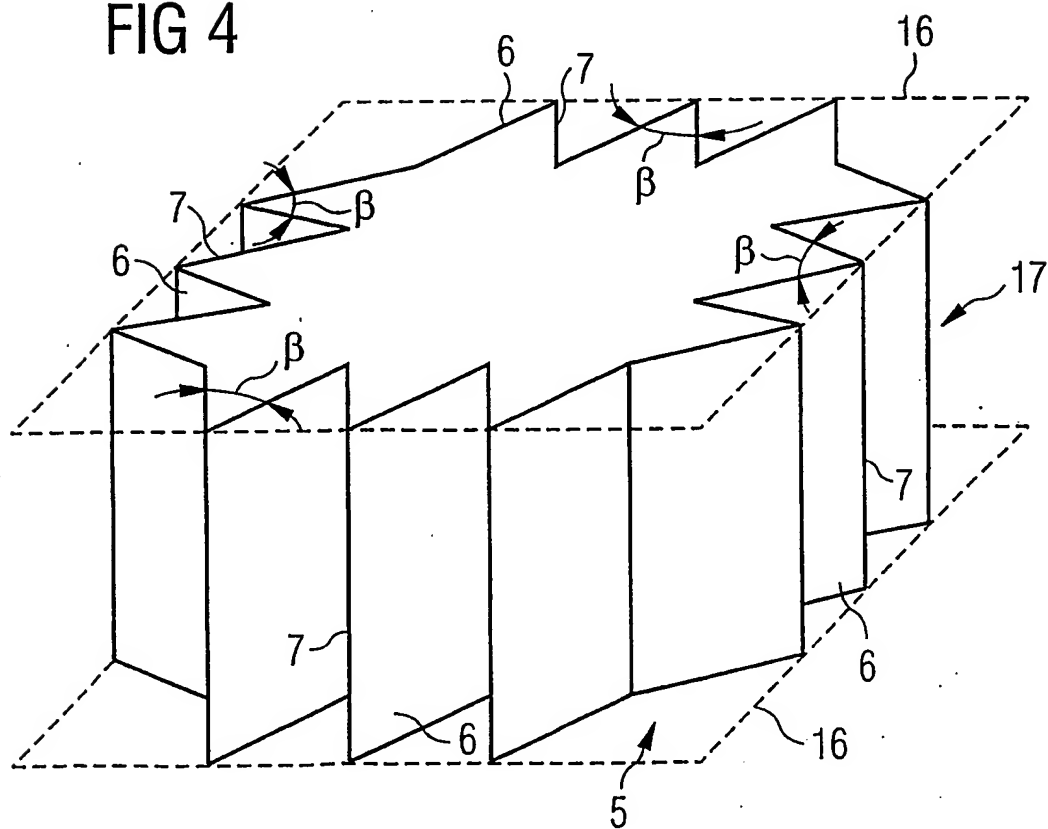


FIG 4



4/6

FIG 5a

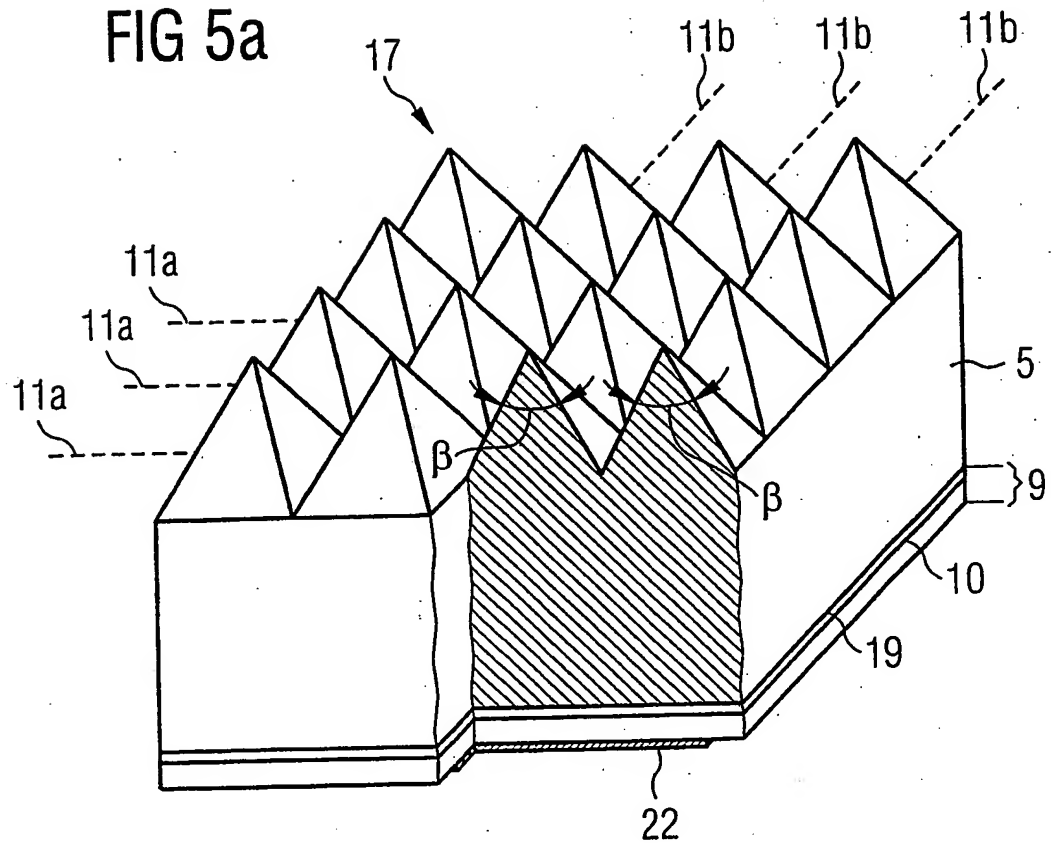


FIG 5b

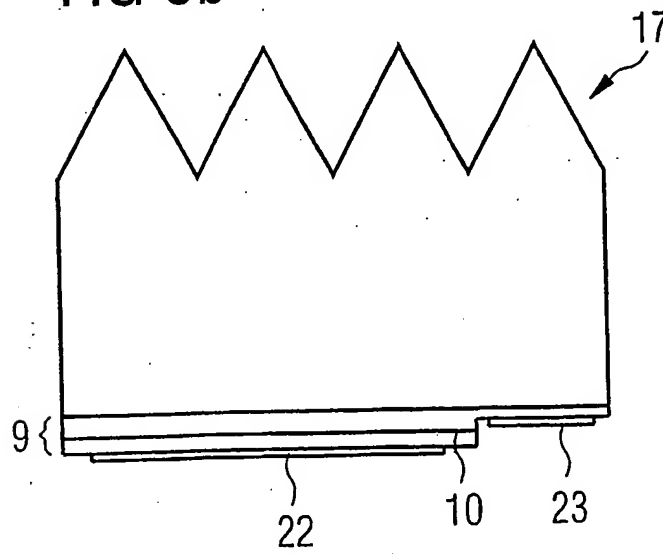


FIG 6a

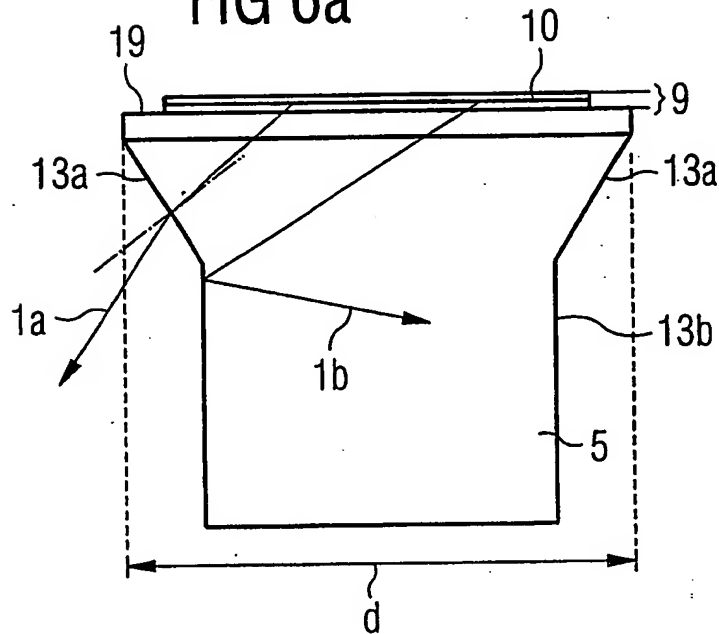
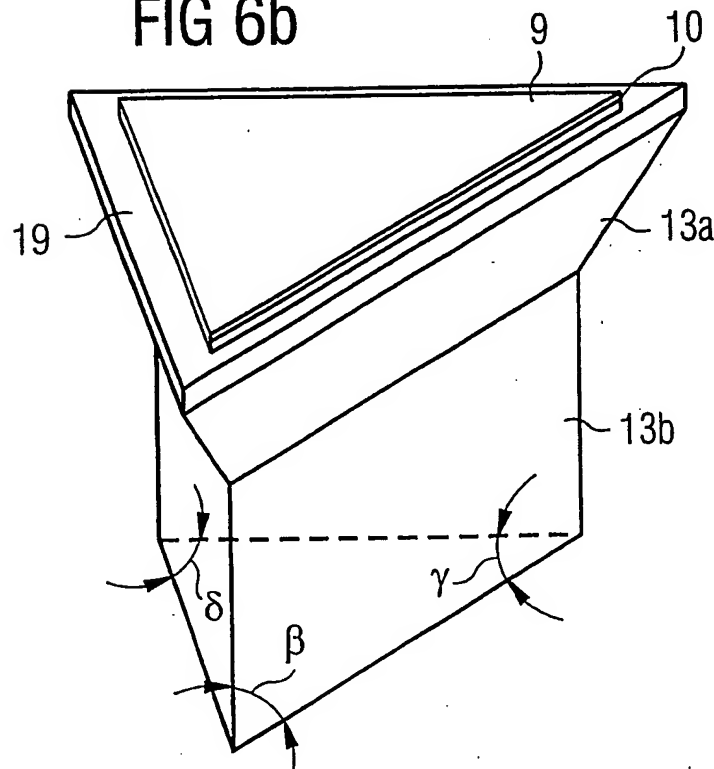


FIG 6b



6/6

FIG 7

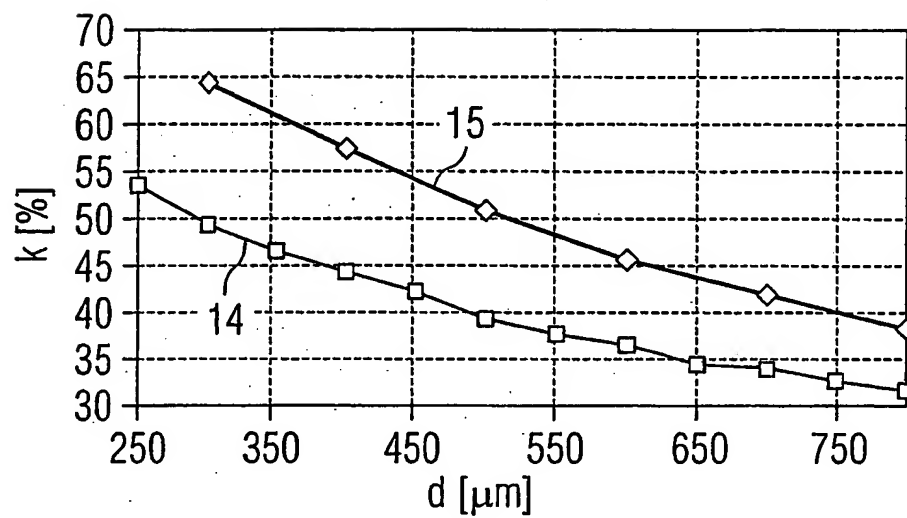
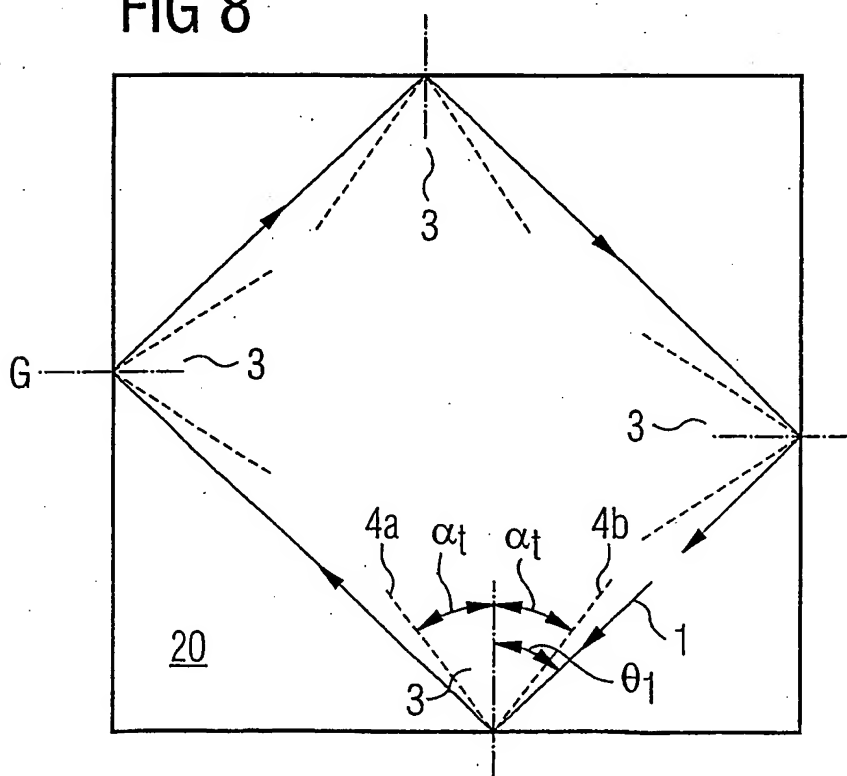


FIG 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No
PCT/DE 02/02047

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 03, 31 March 1999 (1999-03-31) -& JP 10 326910 A (LEE SONG-JAE), 8 December 1998 (1998-12-08) paragraphs '0002!-'0024!	1-4, 6, 8-24
Y	---	7
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 084 (E-239), 18 April 1984 (1984-04-18) & JP 59 004088 A (TOSHIBA CORP), 10 January 1984 (1984-01-10) abstract	7
X	---	1-5, 8-24
	EP 0 961 328 A (SUMITOMO ELECTRIC IND) 1 December 1999 (1999-12-01) paragraphs '0040!-'0042!	

	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

13 December 2002

Date of mailing of the International search report

27/12/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

van der Linden, J.E.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 02/02047

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 929 465 A (HWANG C ET AL) 27 July 1999 (1999-07-27) column 1, line 40 -column 2, line 13 -----	1-5, 8-24
X	EP 0 405 757 A (HEWLETT PACKARD CO) 2 January 1991 (1991-01-02) page 2, line 9 -page 4, line 52 -----	1, 9-11, 13-24 8
A		
E	WO 02 073705 A (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS) 19 September 2002 (2002-09-19) page 11, line 8 -page 13, line 16 -----	1, 2, 6, 8-11, 13-24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. Application No

PCT/DE 02/02047

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 10326910	A	08-12-1998	KR 245192 B1	15-02-2000
JP 59004088	A	10-01-1984	NONE	
EP 0961328	A	01-12-1999	JP 11340576 A	10-12-1999
			EP 0961328 A2	01-12-1999
			TW 427037 B	21-03-2001
			US 2002063258 A1	30-05-2002
US 5929465	A	27-07-1999	NONE	
EP 0405757	A	02-01-1991	EP 0405757 A2	02-01-1991
			JP 3035568 A	15-02-1991
			US 5087949 A	11-02-1992
WO 02073705	A	19-09-2002	DE 10111501 A1	19-09-2002
			WO 02073705 A2	19-09-2002

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 H01L33/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

 Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 03, 31. März 1999 (1999-03-31) -& JP 10 326910 A (LEE SONG-JAE), 8. Dezember 1998 (1998-12-08) Absätze '0002!-'0024!	1-4, 6, 8-24
Y	----	7
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 084 (E-239), 18. April 1984 (1984-04-18) & JP 59 004088 A (TOSHIBA CORP), 10. Januar 1984 (1984-01-10) Zusammenfassung	7
X	EP 0 961 328 A (SUMITOMO ELECTRIC IND) 1. Dezember 1999 (1999-12-01) Absätze '0040!-'0042!	1-5, 8-24
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Dezember 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

27/12/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

van der Linden, J.E.

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 929 465 A (HWANG C ET AL) 27. Juli 1999 (1999-07-27) Spalte 1, Zeile 40 -Spalte 2, Zeile 13 ---	1-5,8-24
X	EP 0 405 757 A (HEWLETT PACKARD CO) 2. Januar 1991 (1991-01-02) Seite 2, Zeile 9 -Seite 4, Zeile 52 ---	1,9-11, 13-24 8
A		
E	WO 02 073705 A (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS) 19. September 2002 (2002-09-19) Seite 11, Zeile 8 -Seite 13, Zeile 16 -----	1,2,6, 8-11, 13-24

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02047

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 10326910	A	08-12-1998	KR	245192 B1	15-02-2000
JP 59004088	A	10-01-1984	KEINE		
EP 0961328	A	01-12-1999	JP	11340576 A	10-12-1999
			EP	0961328 A2	01-12-1999
			TW	427037 B	21-03-2001
			US	2002063258 A1	30-05-2002
US 5929465	A	27-07-1999	KEINE		
EP 0405757	A	02-01-1991	EP	0405757 A2	02-01-1991
			JP	3035568 A	15-02-1991
			US	5087949 A	11-02-1992
WO 02073705	A	19-09-2002	DE	10111501 A1	19-09-2002
			WO	02073705 A2	19-09-2002

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.